



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen:
22 Anmeldetag:
43 Offenlegungstag:

P 32 15 534.4
26. 4. 82
18. 11. 82

DE 32 15 534 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
27.04.81 JP P56-63753 27.04.81 JP P56-63754

71 Anmelder:
Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

74 Vertreter:
Mehl, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:
Ueda, Shinya, Tokyo, JP; Tanaka, Takeo, Kunitachi, Tokyo, JP

56 Recherchenergebnis gem. § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG:

DE-AS	25 56 483
DE-AS	22 04 080
DD	81 980
DD	61 367
FR	15 80 819

Offenlegungsschrift

64 Verfahren zur Bestimmung des Wasserdampfanteils in einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch

Verfahren zur Bestimmung des Wasserdampfgehalts in einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch (Meßgas), bei dem aus dem gemessenen Wert des Sauerstoffgehalts auf einfache Weise der Wassergehalt errechnet wird. Der O₂-Gehalt läßt sich mit Hilfe eines der bekannten magnetischen Sauerstoffanalysatoren messen und aus der linearen Beziehung

$$x = a_1 - a_2 \cdot y \text{ (Vol. \%)}$$

in welcher, x der Sauerstoffgehalt des Meßgases, a₁ der bekannte Sauerstoffgehalt eines Referenzgases und a₂ = a₁/100 ist, der Wasserdampfanteil y im Meßgas errechnet. Ein logarithmischer Zusammenhang ergibt sich bei der Verwendung von sauerstoffionenleitenden Festkörperelektrolyten als O₂-Sensor, deren Wirkungsprinzip von der Nernst'schen Gleichung beschrieben wird. Die dem Logarithmus des Quotienten der Sauerstoffpartialdrücke von Meßgas und Referenzgas entsprechende EMK ist funktionell mit dem Wasserdampfanteil y des Meßgases verknüpft:

$$E = k \cdot \log (100 - y),$$

wobei E die dem Sauerstoffgehalt des Meßgases entsprechende EMK und k eine Konstante ist. Anwendung und Verfahren vornehmlich zur kontinuierlichen Überwachung des Wassergehalts der Abluft industrieller Trocknungsanlagen

(32 15 534)

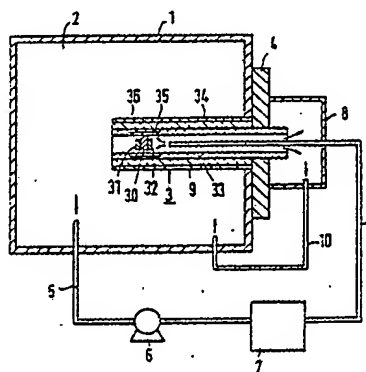


FIG 3

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Wasserdampfgehalts in einem Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch (Meßgas), da -
5 durch gekennzeichnet, daß aus einer elektrischen Größe, die eine Funktion des Sauerstoffgehalts des Meßgases ist, der Wasserdampfgehalt des Meßgases berechnet wird.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem gemessenen Sauerstoffgehalt (x) des feuchten Meßgases und aus dem gemessenen oder als konstant bekannten Sauerstoffgehalt (a_1) des trockenen Meßgases oder eines Referenzgases der Gehalt an
15 Wasserdampf (y) errechnet wird gemäß der Funktion

$$x = a_1 - a_2 \cdot y \text{ (Vol. \%)} \text{ mit } a_2 = a_1/100$$

3. Verfahren nach Anspruch 2 mit feuchter Luft als Meß-
20 gas, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserdampfgehalt (y) aus dem gemessenen Sauerstoffgehalt (x) und dem bekannten konstanten Sauerstoffgehalt (a_1) trockener Luft aus der Funktion

25 $x = 20,93 - 0,2093 \cdot y \text{ (Vol. \%)}$

errechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Größe eine
30 EMK(E) ist, proportional dem Logarithmus des Verhältnisses der Sauerstoffgehalte von Meßgas und Referenzgas (trockenes Meßgas) und daß der Wassergehalt (y) aus dem funktionellen Zusammenhang

35

$$E = k \cdot \log (100 - y)$$

errechnet wird, wobei k eine $\log 1/100$ enthaltende Proportionalitätskonstante ist.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen magnetischen Sauerstoffanalysator (3, 4) und eine Rechenschaltung (5) zur Berechnung einer dem Wasserdampfanteil (y) entsprechenden elektrischen Größe aus dem Ausgangssignal des Analysators.
- 10 6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sauerstoff-Meßwertaufnehmer (3), wie an sich bekannt, einen sauerstoffionenleitenden Festkörperelektrolyten als Sauerstoffsensor (30) enthält, der in ein beheizbares Rohr (33) eingebaut ist und zwei Gasräume voneinander trennt, von denen der eine mit dem feuchten Meßgas (2), der andere mit getrocknetem Meßgas oder einem sauerstoffhaltigen Referenzgas beaufschlagt ist.
- 15

Fuji Electric Co., Ltd.
Kawasaki (Japan)

3.

Unser Zeichen
VPA 81 P 8574 DE

5 Verfahren zur Bestimmung des Wasserdampfanteils in einem
Sauerstoff enthaltenden Gasgemisch

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung des Wasserdampfanteils in einem Sauerstoff enthalten-
10 den Gasgemisch (Meßgas) und Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens.

Bei der Überwachung von Industrieprozessen wird häufig verlangt, den Wasserdampfanteil eines Abgases, insbesondere
15 eines Abgases hoher Temperatur aus Trocknungsanlagen, mit geringem Aufwand, großer Genauigkeit und möglichst kontinuierlich in situ zu messen.

Zur Bestimmung der Gasfeuchte sind zwar mehrere Meßmethoden
20 bekannt, beispielsweise psychrometrische oder Taupunkt-Meßverfahren, sie sind jedoch für diese Zwecke wegen hohen gerätetechnischen oder Wartungsaufwandes oder zu geringer Ansprechgeschwindigkeit entweder nicht oder wenig geeignet.

25 Es besteht demgemäß die Aufgabe, ein Meßverfahren anzugeben, welches es erlaubt, den Wasserdampfanteil in Gasgemischen, insbesondere in solchen höherer Temperatur, unter den oben genannten Bedingungen zu bestimmen.

30 Eine Lösung der Aufgabe wird in einem Verfahren gesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß aus einer elektrischen Größe, die eine Funktion des Sauerstoffgehalts des Meßgases ist, der Wasserdampfgehalt des Meßgases berechnet wird.

35

Für die Messung des Sauerstoffgehalts von Gasgemischen, die Wasser enthalten, stehen eine Reihe von Sauerstoffmeßgeräten und -verfahren zur Verfügung, mit denen unter den genannten Bedingungen gemessen werden kann.

Danach ist aus dem gemessenen Sauerstoffgehalt x des feuchten Meßgases und dem gemessenen oder als konstant bekannten Sauerstoffgehalt des trockenen Meßgases der Wasserdampfgehalt y implizit zu errechnen gemäß der Funktion

5

$$x = a_1 - a_2 \cdot y \text{ (Vol. \%)}, \quad (1)$$

wobei a_1 der Sauerstoffgehalt des trockenen Meßgases und a_2 ein Hundertstel dieses Sauerstoffgehalts ist.

10

In vielen Anwendungsfällen handelt es sich bei dem zu überwachenden feuchten Abgas um wasserdampfbeladene Luft aus Trocknungsanlagen. Da der Sauerstoffanteil von trockener Luft bekanntlich 20,93 Vol. % beträgt, erscheint die funktionelle Beziehung (1) in der Form

15

$$x = 20,93 - 0,2093 \cdot y \text{ (Vol. \%)} \quad (2)$$

Die Funktion (1) ist linear und läßt sich ohne besonderen Aufwand berechnen bzw. in der weiteren Meßwert- oder Datenverarbeitung einsetzen.

20

Unter Anwendung eines anderen bekannten Meßprinzips, dem die Nernst'sche Gleichung zugrunde liegt, wonach eine EMK proportional dem Logarithmus des Verhältnisses der Sauerstoffgehalte von Meßgas und Referenzgas ist, läßt sich der Wasserdampfgehalt y aus dem funktionellen Zusammenhang

25

$$E = k \cdot \log (100 - y) \quad (3)$$

30

errechnen, wobei E die EMK und k eine den Wert für $\log. 1/100$ enthaltende Proportionalitätskonstante ist. Als Sauerstoffsensoren für dieses Meßverfahren eignen sich sauerstoffionenleitende Festkörperelektrolyte, beispielsweise stabilisiertes Zirkoniumdioxid ZrO_2 , welches als Trennwand zwei Gasräume voneinander trennt, von denen der eine mit dem feuchten Meßgas, der andere mit getrocknetem Meßgas oder

35

einem sauerstoffhaltigen Referenzgas beaufschlagt ist.

Da diese Sensoren bei Arbeitstemperaturen über 500 °C betrieben werden, sehr kompakt sind und sich auch in einfacher Weise in den Strömungsweg des Meßgases in gasführenden
5 Leitungen einbauen lassen, ist das darauf beruhende Meßverfahren zur Bestimmung des Wasserdampfanteils besonders vorteilhaft.

Zur Erläuterung der Erfindung sind in den Figuren 1 und 3
10 Einrichtungen zur Durchführung des Verfahrens schematisch dargestellt, Figur 2 zeigt in einem Diagramm den linearen Zusammenhang zwischen Sauerstoff- und Wasserdampfgehalt eines Meßgases gemäß Gleichung (1).

15 In Figur 1 ist ein Leitungskanal 1 im Querschnitt dargestellt, in welchem das feuchte Meßgas 2 strömt, beispielsweise die Abluft einer industriellen Trocknungsanlage. Der kontinuierlich zu bestimmende Wasserdampfgehalt des Meßgases gibt Auskunft über das Stadium des Trocknungsprozesses.
20 zesses.

In eine Öffnung in der Wand des Leitungskanals 1 ist ein sauerstoffempfindlicher Meßwertaufnehmer 3 eingebaut, beispielsweise die Meßkammer eines magnetischen Sauerstoffanalysators. Der Meßumformer 4 erzeugt aus dem Ausgangssignal des Aufnehmers 3 eine elektrische Größe, die dem
25 Sauerstoffgehalt x des Meßgases entspricht. Gemessen wird bei einer über dem Taupunkt liegenden Meßgastemperatur. In der Rechenschaltung 5 wird gemäß der Gleichung (2) der Wasserdampfanteil y im Meßgas 2 errechnet und in der
30 Dimension Vol. % als elektrische Größe angezeigt und/oder als Regel- oder Steuergröße weiterverarbeitet.

In der Figur 2 ist der lineare Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt x und Wasserdampfgehalt y nochmals als Diagramm dargestellt.
35

Eine andere Meßeinrichtung zeigt Figur 3.

In eine Wandöffnung des das Meßgas 2 führenden Leitungskanals 1 ist der Meßwertaufnehmer 3 in einem Schutzrohr 36 eingesetzt und mit dem Flansch 4 gehalten.

- 5 In ein Keramikrohr 33 ist als Trennwand in einer radialen Ebene ein Sauerstoffsensor 30 in Form einer Scheibe aus einem sauerstoffionenleitenden Festkörperelektrolyten, beispielsweise stabilisiertes Zirkondioxyd, eingesetzt, die beidseitig mit Elektroden 31, 32 versehen ist und zwei Gas-
10 räume voneinander trennt. Aufbau und Wirkungsprinzip dieser Art von Sauerstoffsensoren werden als bekannt vorausgesetzt. Der in der Zeichnung links befindliche Gasraum ist gegen den Leitungskanal 1 offen, in ihm befindet sich Meßgas 2, dessen Wassergehalt zu bestimmen ist. Das zum Betrieb des
15 Sauerstoffsensors 30 benötigte Vergleichsgas wird aus dem Meßgas 2 gewonnen, indem über eine Entnahmeleitung 5 mittels einer Pumpe 6 feuchtes Meßgas angesaugt, in dem Gastrockner 7 von seinem Wassergehalt befreit und über das
20 zentratisch in das Keramikrohr 33 ragende Rohr 9 als Referenzgas dem zweiten Gasraum rechts zugeführt wird. Durch den Ringspalt zwischen Rohr 9 und Keramikrohr 33 strömt das Referenzgas in eine Kammer 8 und von dort über eine Leitung 10 wieder in den Leitungskanal 1 zurück, so daß in
25 beiden Gasräumen rechts und links der sauerstoffionenleitenden Trennwand der gleiche Druck herrscht.

Das rückströmende Referenzgas kann jedoch auch aus der Kammer 8 direkt in die Atmosphäre abgeführt werden.

- 30 Die Arbeitstemperatur des Sauerstoffsensors 30 liegt über 500 °C, sie wird mittels der Heizwicklung 35 und der Isolierschicht 34 konstantgehalten.

- Die zwischen den Elektroden 31 und 32 des Sensors 30 auftretende, der Nernst'schen Gleichung folgende EMK wird in einem hier nicht gezeichneten Verstärker mit hochohmigem
35 Eingang verstärkt und in ein dem Sauerstoffgehalt entspre-

DE 3215534

3215534

- 5 - 7 -

VPA 81 P 8574 DE

chendes elektrisches Signal umgewandelt. In einer nachfolgenden Rechenschaltung wird aus der Beziehung (3) der Wasserdampfgehalt y des Meßgases 2 berechnet.

6 Patentansprüche

3 Figuren

Nummer: 3215534
 Int. Cl.³: G01N 27/46
 Anmeldetag: 26. April 1982
 Offenlegungstag: 18. November 1982

- 9 -

1/2

81 P 8574

3215534

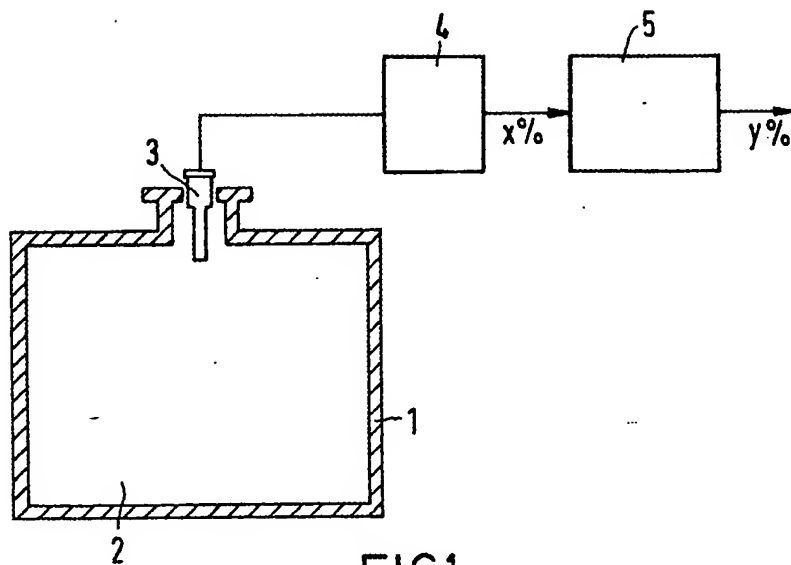


FIG1

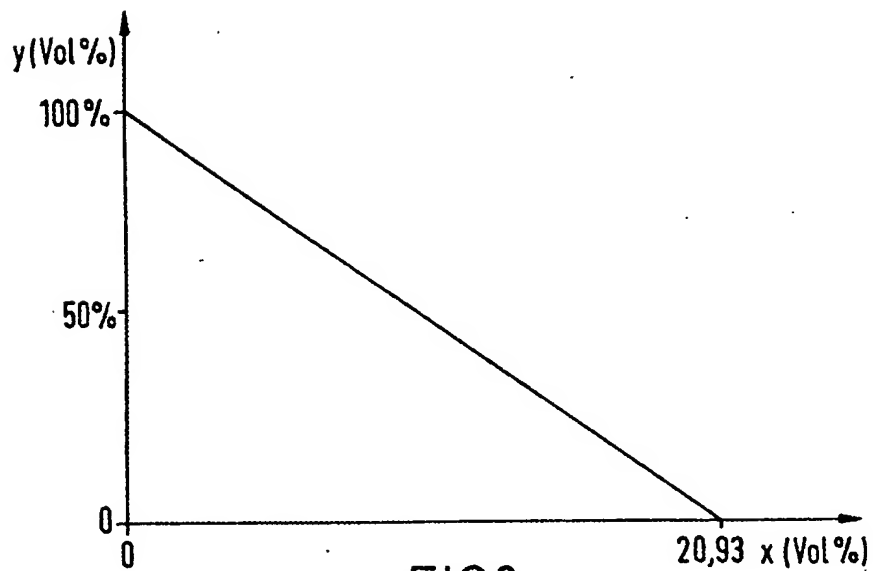


FIG2

3215534

- 8 -
2/2

81 P 8574

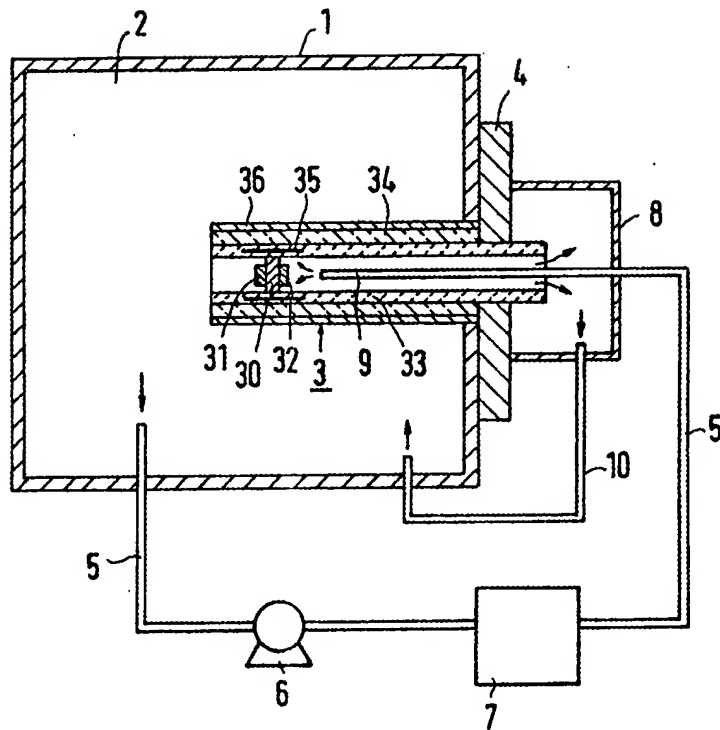


FIG 3